



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106100737 B

(45)授权公告日 2019.05.21

(21)申请号 201610533456.3

(22)申请日 2008.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106100737 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(62)分案原申请数据
200880132856.7 2008.12.30

(73)专利权人 骁阳网络有限公司
地址 卢森堡卢森堡市

(72)发明人 E.戈特瓦尔德 S.斯莫洛尔茨

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 陈岚

(51)Int.Cl.

H04B 10/25(2013.01)

H04B 10/2507(2013.01)

H04B 10/2575(2013.01)

H04B 10/516(2013.01)

H04L 27/20(2006.01)

(56)对比文件

US 2007140693 A1,2007.06.21,

JP 3396270 B2,2003.04.14,

CN 1897502 A,2007.01.17,

US 2010046945 A1,2010.02.25,

审查员 谢丽莹

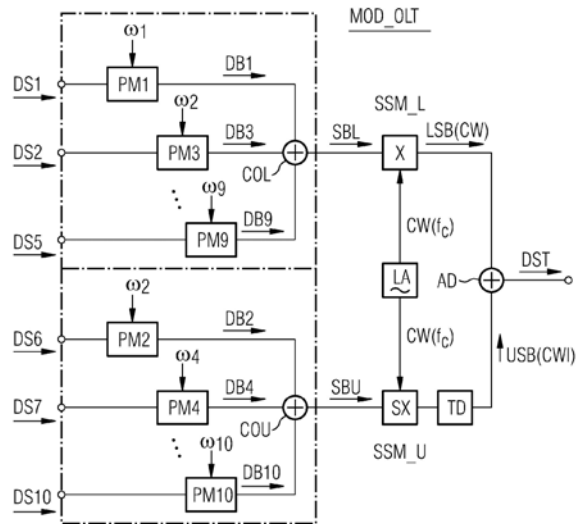
权利要求书1页 说明书9页 附图11页

(54)发明名称

用于在点对多点网络中发送信号的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及用于在点对多点网络中发送信号的方法和装置。在中心单元与多个网络终端之间交换双向数据信号。所述中心单元的调制器单元(MOD_OLT)将数据信号(DS1—DS10)调制到副载波($\omega_1 - \omega_{10}$)上,生成两个光学单边带信号(LSB)和(USB),并且利用经过 180° 相移的载波信号(CW,CWI)组合两个边带信号。所述光学网络单元选择其相关联的下行信号并且生成相关联的上行信号。所述下行信号和上行信号的频率被选择成使得反射不会与光学网络单元处的所选信号发生干扰,并且不会与中心单元处所接收到的上行信号发生干扰。



CN 106100737 B

1. 一种经由单光纤双向地发送多个光学信号的方法，
其中，多个光学下行信号在下行方向上发送以及多个光学上行信号在上行方向上发送，

其中，在所述下行信号中的两个相邻下行信号之间的频率间距为 $2 \cdot n \cdot \Delta$ ，其中 $n = 2, 3, 4, \dots$ ，并且 Δ 对应于最小信道间距，以及

在所有其他邻接下行信号之间的频率间距为 $3 \cdot k \cdot \Delta$ ，其中 $k = 1, 2, 3, \dots$ ，并且其中，利用与相关联的下行信号相同的信号间距发送上行信号。

2. 根据权利要求1的方法，其中， Δ 等于下行传输信号的带宽的1.2-1.5倍。

3. 根据前述权利要求任何一项的方法，其中从光学线路终端发送光学下行信号至多个光学网络单元，以及其中所述光学上行信号从所述多个网络单元发送至所述光学线路终端。

4. 根据权利要求3所述的方法，其中每个光学网络单元使用由分离器分离的相同激光信号以便发送其相应的上行信号和接收相应的下行信号。

用于在点对多点网络中发送信号的方法和装置

[0001] 本申请是国家申请号为200880132856.7的发明专利申请的分案申请,该发明专利申请的申请日为2008年12月30日,发明名称为“用于在点对多点网络中发送信号的方法和装置”。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于在点对多点网络中发送信号的方法和装置(arrangement)。

背景技术

[0003] 点对多点通信网络(例如无源光学网络(PON))包括中心单元(OLT)以及通过光纤连接的光学网络单元(ONU)。在从OLT到ONU的下行方向上通常作为时间分集多路复用(TDM)信号来发送数据信号,并且在从ONU到OLT的上行方向上通常作为时间多路复用的突发信号来发送数据信号。下行方向上的时分多路复用发送和上行方向上的突发模式发送需要复杂的时间管理,并且突发模式发送导致较低数据速率。

[0004] Katsuimi Takano、N. Hanzawa、S. Tanji和K. Nakagawa在“Experimental Demonstration of Optically Phase-Shifted SSB Modulation with Fiber-Based Optical Hubert Transformers”, National Fiber Optic Engineers Conference, OSA Technical Digest Series (CD) (Optical Society of America, 2007), paper JThA48中进行了描述。

发明内容

[0005] 因此,本发明的一个目的是提供一种用于在两个方向上以合理的成本利用高数据速率进行双向数据发送的点对多点网络。

[0006] 根据本发明,提供一种用于在点对多点网络中在中心单元与多个网络单元之间发送数据信号的方法,其中在所述中心单元中有以下步骤:将第一组信号调制到第一组副载波上;组合(combine)第一组中的所调制副载波信号;将第二组信号调制到第二组副载波上;组合第二组中的所调制副载波信号;生成包括光学载波和第一组下行信号的下单边带光学信号;生成包括相同的光学载波和第二组下行信号的上单边带光学信号(USB);将两个单边带(sideband)信号组合成发送信号,其中得到它们的光学载波信号的 180° 相位差;将所述发送信号发送到网络单元;以及在光学网络单元中选择并解调相关联的下行信号。

[0007] 这种类型的调制降低了实施成本,并且通过单边带信号与受抑制光学载波的组合提高了频谱和功率效率。

[0008] 优选的是,所述光学网络单元生成光学上行信号,其光学载波被分配给所接收到的下行信号。

[0009] 此外有利的是,对所述光学网络单元中的连续波光源进行调谐,以便对相关联的下行信号进行相干解调和选择,并且以便确定上行信号的载波频率。

[0010] 相同的CW频率被用在ONU中以便对所接收到的相关联的下行信号进行解调并且被

用作ONU上行信号的载波频率,而在OLT处可以很容易识别出所生成的光学上行信号。

[0011] 有利的是使用副载波相位或相位差调制,这是因为高接收器灵敏度以及ONU中的上行信号生成的简便性。

[0012] 所述方法适于双向数据发送,其中通过单光纤来发送下行信号和上行信号,并且下行信号的频率和上行信号的载波被选择成使得在分别将下行信号和上行信号转换成电子带信号(electrical subband signal)之后,反射信号不会与所述信号发生干扰。

[0013] 所述方法在下面的情况中被进一步改进:下行信号的副载波和上行信号的副载波被选择成使得在将所述信号转换成子带信号之后,所述副载波信号的谐波频率不会与其他信号发生干扰。

[0014] 这些特征避免由于反射以及谐波失真而造成的损害,并且允许在单光纤上进行高质量数据发送。

[0015] 还提供用于在点对多点网络中在中心单元与多个网络单元之间通过单光纤发送信号的优选实施例,在OLT发送器的调制单元内包括:第一组子带调制器,其将数据信号调制到第一组电副载波上;第一组合器,其把所调制副载波信号组合成第一子带;第二组子带调制器,其将数据信号调制到第二组电副载波上;第二组合器,其把所调制副载波信号组合成第二子带;第一单边带调制器,其接收所述第一子带以用于调制光学载波并且生成第一单边带信号;第二单边带调制器,其接收所述第二子带以用于调制所述光学载波并且生成第二单边带信号;延迟元件,其在所述单边带信号的载波之间生成 180° 相移;以及加法器(adder),其将两个单边带信号组合成发送信号。

[0016] 包括多个副载波信号的单边带信号的生成减少了技术方面的工作量。此外,通过生成并组合两个单边带信号以及在没有任何光学滤波器的情况下消除光学载波降低了成本。

[0017] 根据混合器(hybrid)的技术限制,可能必需应用多个混合器以便对于每一个数据信号单独执行Hilbert变换,以及应用另外的组合器以便组合所述数据信号的等相位分量。

[0018] 在从属权利要求中描述了所述方法和装置的其他有利特征。

附图说明

[0019] 下面参照附图描述包括当前优选实施例在内的本发明的实例,其中:

[0020] 图1示出了PON系统的简化方框图;

[0021] 图2示出了根据本发明的OLT发送器的简化实施例;

[0022] 图3示出了OLT发送器的第二实施例;

[0023] 图4示出了OLT发送器中的副载波和调制信号的生成的一个实施例;

[0024] 图5示出了光学调制器的简化图示;

[0025] 图6示出了改进的OLT光学调制单元;

[0026] 图7示出了通过单光纤的双向数据发送的频率图;

[0027] 图8示出了ONU收发器的简化实施例;

[0028] 图9示出了不同ONU的电域(electrical domain)内的子带频率图;

[0029] 图10示出了OLT收发器的简化实施例;

[0030] 图11示出了OLT的电域内的子带频率图;以及

[0031] 图12示出了先进(advanced)OLT的一个实施例。

具体实施方式

[0032] 图1示出了作为点对多点网络的一个实例的无源光学网络PON。中心单元OLT(光学线路终端)直接连接到多个光学网络单元ONU1—ONU10或者通过城域网MN与之相连。各ONU通过分线器(line-splitter)LSP连接到共用光纤FI。对于OLT与每一个ONT之间的双向数据传输通常使用一条或两条光纤FI。各ONU通过OLT与彼此进行通信。

[0033] 图2示出了OLT发送器的调制单元MOD_OLT,其包括副载波调制器(例如相位调制器PM1—PM10)、连续波源LA以及两个单边带调制器SSM_L和SSM_U。第一组数据信号DS1—DS5被调制到副载波 ω_1 、 ω_3 、 \dots 、 ω_9 上。通过功率分配器或波分复用器COL组合所调制副载波信号DB1、DB3、 \dots 、DB9,并且将所得到的下副载波频带(lower subcarrier-band)SBL馈送到第一单边带调制器SSM_L。第二组数据信号DS6—DS10被调制到副载波 ω_2 、 ω_4 、 \dots 、 ω_{10} 上。通过组合器COU组合所调制副载波信号DB2、DB4、 \dots 、DB10,并且将上副载波频带SBU馈送到第二单边带调制器SSM_U。

[0034] 由连续波源(激光器)LA生成光学载波信号CW(载波频率 f_c)并且将其馈送到两个单边带调制器。光学单边带调制器SSM_L和SSM_U生成不同的单边带信号,即包括奇数副载波信号的下边带信号LSB和包括偶数副载波信号的上边带信号USB。一个边带信号(例如USB)被(可调谐)延迟线或移相器TD延迟(相移)大约所述载波信号的 180° 。随后在加法器(功率分配器)AD中将两个边带组合成双边带发送信号DST。重要的是两个边带信号的载波CW和CWI之间有 180° 的相位差,这将载波功率降低到基本上为零。

[0035] 图3示出了利用各个副载波混合器H1、H3、 \dots 的调制单元MOD2_OLT的第二实施例。仅仅示出了用于生成下边带LSB的装置。根据Hilbert变换,从所调制副载波信号DB1—DB9导出具有 90° 相移的调制信号分量SBL $_0^\circ$ 和SBL $_{90^\circ}$ 。通过另外两个组合器COM11和COM12组合具有相同相位分量的所有调制信号。所得到的子带信号分量SBL $_0^\circ$ 和SBL $_{90^\circ}$ 代表下副载波频带SBL。两个所得到的调制信号分量SBL $_0^\circ$ 和SBL $_{90^\circ}$ 都被作为调制信号SBL $_0^\circ$ 和SBL $_{90^\circ}$ 馈送到第一单边带调制器SSM-L以用于调制载波信号CW。

[0036] 所述单边带调制器具有Mach-Zehnder干涉仪结构。例如通过不同的偏置电压来获得所述单边带调制器的上、下分支中的光学载波信号之间的必要相位差。

[0037] 在相同的装置中生成上子带SBU,并且通过加法器AD将其加到下子带。

[0038] 当然,可以应用生成单边带信号的所有常见方法。关于本发明,重要的是由相同的连续波光源(主要是激光源)提供两个单边带调制器的光学载波,并且添加 180° 的相位差。其结果是取消了光学载波,从而使得信号能量只被包含在载送信息的频谱部分内,而对于具有较低调制指数的一般调制来说,大多数能量将被包含在载波内。

[0039] 图4示出了用于生成电副载波和调制信号的另一个OLT调制单元MOD3_OLT。首先由调制器PM1—PM10将数据信号DS1—DS10调制到从公共电副载波信号 ω_{EC} 导出的各个副载波上。随后把所调制信号馈送到另外的调制器M1—M10(混频器、乘法器或频率转换器),并且通过施加不同的转换信号 ω_{C01-10} 对其进行转换。从滤波器FI1—FI10输出副载波信号DB1—DB10。组合器COL和COU如前所述地组合各副载波信号。混合器HL和HU接收各副载波频带,并且根据Hilbert变换输出经过相移的调制信号I、Q。

[0040] 图5示出了光学调制器的简化实施例,其具有接收连续波信号CW的第一分离器(splitter)SP1,由电调制信号u1、u2控制的两个光学分支BR1、BR2,以及组合两个分支的所调制光学信号的第二分离器SP2(组合器)。

[0041] 下分支BR2包括用于进行正确的相位调节的延迟线DL。还通过施加不同的偏置电压获得时间延迟的相移。

[0042] 现在以一般形式导出由SBL₀[°]和SBL₉₀[°]驱动的单边带调制器的函数。索引(index)k指代单边带的信号。其中m-调制指数(对于N=10,大约<0.06), ω -基带角频率,s-调制信号(符号),t-时间:

[0043] 在上分支BR1中得到的调制信号是:

$$[0044] \quad u1 = m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t)) \quad (1)$$

[0045] 在下分支BR2中是:

$$[0046] \quad u2 = m \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t)) + \theta \quad (2)。$$

[0047] 来自激光源的连续波光的电场如下(为了简单起见将幅度设定到1):

$$[0048] \quad E = \cos(\omega_c * t) \quad (3)。$$

[0049] 因此在上分支BR1中得到:

$$[0050] \quad E_1(t) = \cos[\omega_c t + m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t))] \quad (4)$$

[0051] 并且在分支2中得到:

$$[0052] \quad E_2(t) = \cos[\omega_c t + m \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t)) + \theta] \quad (5)$$

[0053] 对于 $\theta=90^\circ$ 得到:

$$[0054] \quad E_2(t) = -\sin[\omega_c t + m \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t))] \quad (6)。$$

[0055] 利用下面的加法定理:

$$[0056] \quad \cos(x+y) = \cos(x)\cos(y) - \sin(x)\sin(y) \quad (7)$$

$$\sin(x+y) = \sin(x)\cos(y) + \cos(x)\sin(y) \quad (8)$$

[0057] 我们在分支1中精确地得到:

$$[0058] \quad E_1(t) = \cos[\omega_c t] \times \cos[m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t))] - \sin[\omega_c t] \times \sin[m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t))] \quad (9)$$

[0059] ,且通过小信号近似($m \ll 1$):

$$[0060] \quad E_1(t) \approx \cos[\omega_c t] - \sin[\omega_c t] \times m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t)) \quad (10)。$$

[0061] 在下分支BR2中精确地得到:

$$[0062] \quad E_2(t) = \sin[\omega_c t] \times \cos[m \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t))] + \cos[\omega_c t] \times \sin[m \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t))] \quad (11)$$

[0063] ,且通过小信号近似 ($m \ll 1$):

$$[0064] \quad E_2(t) \approx \sin[\omega_c t] + \cos[\omega_c t] \times m \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t)) \quad (12)。$$

[0065] 场的叠加(小信号近似)导致:

$$[0066] \quad E_1(t) + E_2(t) \approx \cos[\omega_c t] + \sin[\omega_c t] + m \{ \cos[\omega_c t] \times \sum_{k=1}^N \sin(\omega_k t + s_k(t)) - \sin[\omega_c t] \times \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t)) \} \quad (13)$$

[0067] 由 $\cos(x) \sin(y) = \frac{1}{2} [\sin(x-y) - \sin(x+y)]$ 和

$\sin(x) \cos(y) = \frac{1}{2} [\sin(x-y) + \sin(x+y)]$, 得到:

$$[0068] \quad \begin{aligned} \Sigma E(t) = & \cos[\omega_c t] + \sin[\omega_c t] \\ & + \frac{1}{2} m \sum_{k=1}^N \{ \sin[(\omega_c - \omega_k)t - s_k(t)] - \sin[(\omega_c + \omega_k)t + s_k(t)] - \sin[(\omega_c - \omega_k)t - s_k(t)] - \sin[(\omega_c + \omega_k)t + s_k(t)] \} \end{aligned} \quad (14)。$$

[0069] 因此我们在上角频率 $\omega_c + \omega_k$ 处得到具有调制 $s_k(t)$ 的相位调制波。载波是 $\sqrt{2} \sin[\omega_c t + \pi/4]$, 并且E场的所调制部分是:

$$[0070] \quad \Delta \Sigma E(t) \approx -m \{ \sum_{k=1}^N \sin[(\omega_c + \omega_k)t + s_k(t)] \} \quad (15)。$$

[0071] 在 $\theta=270^\circ$ 的情况下, 我们在下角频率 $\omega_c - \omega_k$ 处得到具有调制 $s_k(t)$ 的相位调制波。

[0072] 图6示出了包括两个单边带调制器SSM_L和SSM_U的OLT调制器装置MOA_OLT。

[0073] 电副载波频带SBL、SBU都被分解成两个经过 90° 相移的信号, 其与调制信号 u_1 、 u_2 相符。

[0074] 在这里, 上分支包括延迟线TD, 其导致单边带信号之间的 180° 的载波相移。

[0075] 功率控制元件PC1和延迟控制PHC被插入在上分支中。下分支包括第二功率控制元件PC2。每一个光学调制器SSM_L和SSM_U包括附加的校正电极CE1、CE2, 每个都接收来自调制控制(未示出)的校正信号SC1和SC2。所述校正信号也可以被加到调制信号上。

[0076] 根据(9)和(11), 其精确地描述了没有小信号近似情况下的信号生成, 输出信号具有2次和更高次的失真。可以在第一近似中校正这些失真, 这是通过应用从被用于近似(10)和(12)的小信号近似的更高次扩展(higher order expansion)导出的充分的校正信号而实现。

$$[0077] \quad SC \sim \{ \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + s_k(t)) + \theta_k \}^2 \quad (16)。$$

[0078] 图7示出了通过单光纤双向发送的光学信号的频率图。举例来说, 对于下行和/或上行信号可以应用相位或相位差相位调制。下行发送信号DST的光学下行信号D1-D10载送

副载波信号DB1—DB10的信息。在该例中,在下行方向上只发送10个信号,并且在上行方向上发送10个信号U1—U10。根据图2,下子带的下行信号D1、D3、…载送奇数编号1、3、…、9,而上边带的下行信号D2、D4、…载送偶数编号2、4、…、10。在上部分中示出了“上行波分复用发送信号”UST的相关联的上行信号U1—U10。为了允许很容易地识别以及出于技术原因,它们被设置在相关联的下行信道附近,下面将对此进行解释。下行发送信号DST的光学载波频率 f_c 和上行信号的光学载波频率 $f_{ONU1}—f_{ONU10}$ 示出了所述信号的频率关系。反射信号由水平线表示。

[0079] 出于两种原因选择特殊的信道间距(相邻信道之间的频率距离) $n\Delta$ ($n=3,4$)。首先是为了避免由于反射而导致的损害。其次是为了避免由于电子带信号的载波的谐波而导致的损害(图9、图11)。下行信号D1和D2以及上行信号U1和U2的频率距离为 4Δ 。还有可能是 6Δ 、 8Δ 、…。所有其他信道与其相邻信道(例如CH4和CH6)的间距是 3Δ (以及 6Δ 、 9Δ 、 12Δ 、…),其中最小 $\Delta=(1.2-1.5)BW$ (BW-发送信号DST带宽)。如果信道间距大于最小间距 3Δ 、 4Δ ,则可以接受信道的更高频率容限。

[0080] 图8示出了ONU收发器RX_ONT的方框图,其包括用于相干解调的平衡相干偏振(polarisation)分集接收器CRX、可调谐激光器TL(连续波光源)以及ONU发送器TX_ONU。在Hamacher, M.、Heidrich H.、Kruger, U.、Stenzel, R.、Bauer, J.G.、Albrecht, H.的“Coherent receiver front-end module including a polarization diversity waveguide OIC and a high-speed InGaAs twin-dual p-i-n photodiode OEIC both based on InP”,IEEE Photonics Technology Letters 4 (1992), Nr.11, S.1234-7; ISSN: 1041-1135中描述了所述相干接收器。

[0081] 所述相干偏振分集接收器CRX_ONU通过将独立于偏振的接收信号与激光信号 ω_{ONU} 叠加来转换下行发送信号DST。所接收到的发送信号被转换成下行电子带DSB。激光频率被调谐到预定频率,例如 f_{ONU1} 。随后将特定下行信号(例如D1)转换成其频率对应于带通(bandpath)频率的电子信号。所述下行电信号由滤波器和判定单元FD选择,而其他信号和分量则被阻断。

[0082] 在ONU发送器TX_ONU中执行对于光学上行信号(例如U1)的调制和放大。将相同的可调谐激光信号 ω_{ONU1} (分别关于所有的ONU:载波频率 $f_{ONU1}—f_{ONU10}$)馈送到光学调制器MO以作为载波信号,其由上行数据信号US1调制。通过分离器LSP(图1)将各个ONU的光学上行信号组合成上行发送信号UST。

[0083] 控制单元CON_ONU控制可调谐激光器TL。因此,可以通过经由控制总线CB接收到的控制信息将ONU适配于每一个下行信道。激光频率可以高于或低于所选信号的光学载波频率。在两种情况下都有可能对于接收器和发送器使用由分离器SP划分的相同的激光信号。

[0084] 图9示出了ONU1—ONU4的四个电子带频谱。频谱强度被描绘为频率/信道间距 f/Δ 的函数。关于第一ONU 1(左上),所接收到的下行发送信号DST被转换成下行子带DSS1(电信号频谱;左上)。下行信号的标记D1—D10也被用于ONU接收中的电子带信号。在转换成电子带信号之后,第一光学下行信号D1对应于第一子带下行信道CHD1并且由带通滤波器BP选择;两个边带的所有其他下行信号以及上行信号U1—U10的反射部分RU1—RU10都被所述带通滤波器阻断。图9的其他图示示出了下行子带DSS2—DSS4的电子带频谱。这些不同的频谱是通过利用不同的频率 $f_{ONU2}—f_{ONU10}$ 转换在ONU2—ONU4中接收到的下行信号而得到的(图

6)。在这里,所选择的信号总是被分配到相同的下行子带信道CHD1。在所有其他的ONU中,所接收到的下行信号被转换成类似的子带信号。为了清楚起见,在这些图示中仅仅示出了前10个信道(对应于 f/Δ 的数字)。

[0085] 图10示出了包括接收器RX_OLT和发送器TX_OLT的OLT的简化实施例。上行发送信号UST的所接收到的上行信号U1—U10也由平衡相干偏振分集接收器CRX_ONT转换成上行电子带信号USS。光学OLT载波信号CW也被用于这一转换。随后在处理单元PU中(例如在与电信号混频之后通过滤波器)分离上行电子带信号U1—U10,并且将其馈送到单独的接收器RX1—RX10以便重新获得上行数据信号US1—US10。

[0086] OLT发送器TX_OLT基本上包括已经描述过的调制单元和放大器。

[0087] 图11示出了在转换成上行电子带USS之后的OLT处所接收到的上行信号的电频谱。上行信号的标记U1—U10也被用于OLT子带的电信号。下行信号的所有反射部分RD1—RD10落在各上行子带信号USS(其对应于U1—U10)之间。例如通过所述处理单元的不同RX-BP滤波器分离在子带信道CHU1、3、4、6、…、CHU15中接收到的上行子带信号USS。

[0088] 图12示出了先进网络的OLT_A的一个实施例。由于每CW的信道数目出于物理原因而受到限制,因此在OLT中设置多个发送器TX1_OLT—TX32_OLT(每一个都生成双边带发送信号DST1—DST32)。由波分复用器MUX组合各输出信号DST1—DST32并且通过环行器(circulator)CI发送。

[0089] 从环行器CI输出所接收到的上行波分复用信号UST1—UST32,并且通过波分解复用器(wavelength division demultiplexer)DMUX将其解复用成副载波复用发送信号UST1—UST32。在OLT接收器RX_OLT1—RX_OLT32中对这些发送信号当中的每一个进行相干解调,并且将其转换成上行电子带(例如如图11中的USS)。随后分离各上行信号并且分别将其输出或发送到另一个ONU。

[0090] 本发明不限于前面所描述的的原理的细节。本发明的范围由所附权利要求书限定,且因此本发明应当包含落在权利要求书的等效表述范围内的所有改变和修改。特别是在能够以合理的价格获得高速处理器的情况下,可以用数字数据处理替代模拟数据处理。

[0091] 附图标记

[0092] OLT—中心单元(光学线路终端)

[0093] ONU—光学线路单元

[0094] MN—城域网

[0095] FI—光纤

[0096] LSP—分离器

[0097] MOD_OLT—调制单元

[0098] DS1, DS2, …—第一、第二数据信号

[0099] PM1, PM2, …—第一、第二相位调制器

[0100] DB1, DB2, …—第一、第二副载波信号

[0101] $\omega_1, \omega_2, \dots$ —副载波

[0102] C01, C02—第一、第二组合器

[0103] SBL—下副载波频带

[0104] SBU—上副载波频带

- [0105] LA—连续波光源/激光器
- [0106] CW—连续波光/载波信号
- [0107] CWI—经过反相(inverted)/相移的载波信号
- [0108] ω_c —CW的角频率
- [0109] LSB—下边带
- [0110] USB—上边带
- [0111] AD—加法器
- [0112] DL—时间延迟
- [0113] DST—(双边带)下行发送信号
- [0114] MOD2_OLT—第二调制单元
- [0115] H1, H2, ...—第一、第二混合器(Hilbert滤波器)
- [0116] COM11, COM12, ...—另外的组合器
- [0117] SBL $_0^\circ$, SBL $_90^\circ$ —经过相移的副载波频带
- [0118] MOD3_OLT—第三调制单元
- [0119] ω_{EC} —公共电载波信号
- [0120] ω_{CO1-10} —转换信号
- [0121] FI1—FI10——第一—第十滤波器
- [0122] DB1—DB10——副载波信号(SBL+SBU)
- [0123] u1—第一调制信号
- [0124] u2—第二调制信号
- [0125] BR1—上分支
- [0126] BR2—下分支
- [0127] SP1, SP2—第一、第二分离器
- [0128] DL—延迟线
- [0129] E1(t)—第一电场
- [0130] E2(t)—第二电场
- [0131] ΣE —场总和
- [0132] MD—载波延迟线
- [0133] MOA_OLT—OLT调制装置
- [0134] HL—第一混合器(Hilbert滤波器)
- [0135] HU—第二混合器(Hilbert滤波器)
- [0136] CE1—第一校正电极
- [0137] CE2—第二校正电极
- [0138] PC1, PC2—第一、第二功率控制元件
- [0139] PHC—相位控制
- [0140] SPC—CW分离器
- [0141] SC1, SC2—第一、第二校正信号
- [0142] D1, D2, ...—第一、第二下行信号
- [0143] U1—U10——第一、第二上行信号

- [0144] D1—D10——下行信号
- [0145] DST—下行发送信号
- [0146] UST—上行发送信号
- [0147] RX_ONU—ONU接收器
- [0148] TX_ONU—ONU发送器
- [0149] FD—滤波器和判定单元
- [0150] TL—可调谐激光器
- [0151] ω_{ONU} —光学ONU载波
- [0152] f_{ONU} —ONU光学载波频率
- [0153] SPL—激光信号分离器
- [0154] CON_ONU—ONU控制单元
- [0155] CB—控制总线
- [0156] U1, U2—第一、第二上行(数据)信号
- [0157] RU1—第一上行信道的反射
- [0158] RU2—第二上行信道的反射
- [0159] DSS1—DSS4——下行子信道ONU1—ONU4
- [0160] RX_OLT—OLT相干偏振分集接收器
- [0161] PD—处理和判定单元
- [0162] TX_OLT—OLT发送器
- [0163] PU—接收器处理单元
- [0164] RX1—RX10—数字接收器
- [0165] LA—CW源
- [0166] USS—上行子带(信号)
- [0167] CW1—CW32——1—32.CW源
- [0168] TX1—TX32——1—32.发送器
- [0169] RX1—RX32——1—32.接收器
- [0170] MUX—波分复用器
- [0171] DMUX—波分解复用器
- [0172] CI—环行器
- [0173] DST1—DST32——1—32下行发送信号

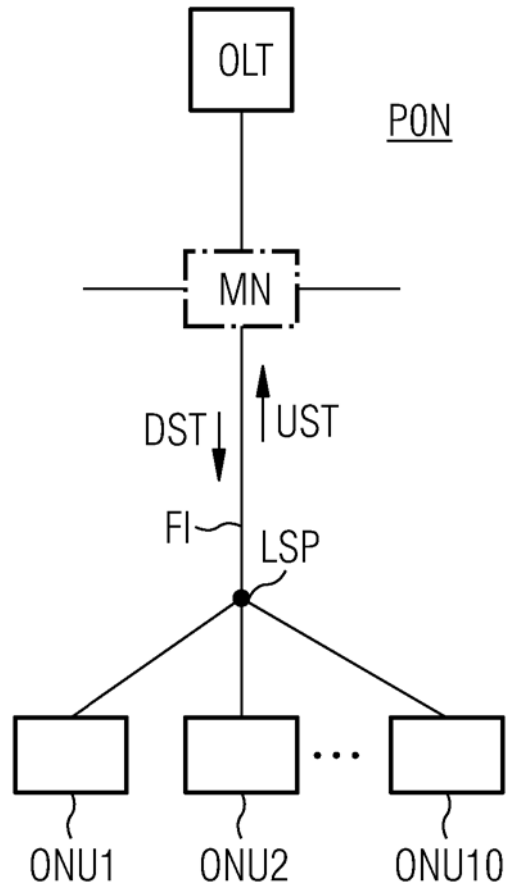


图 1

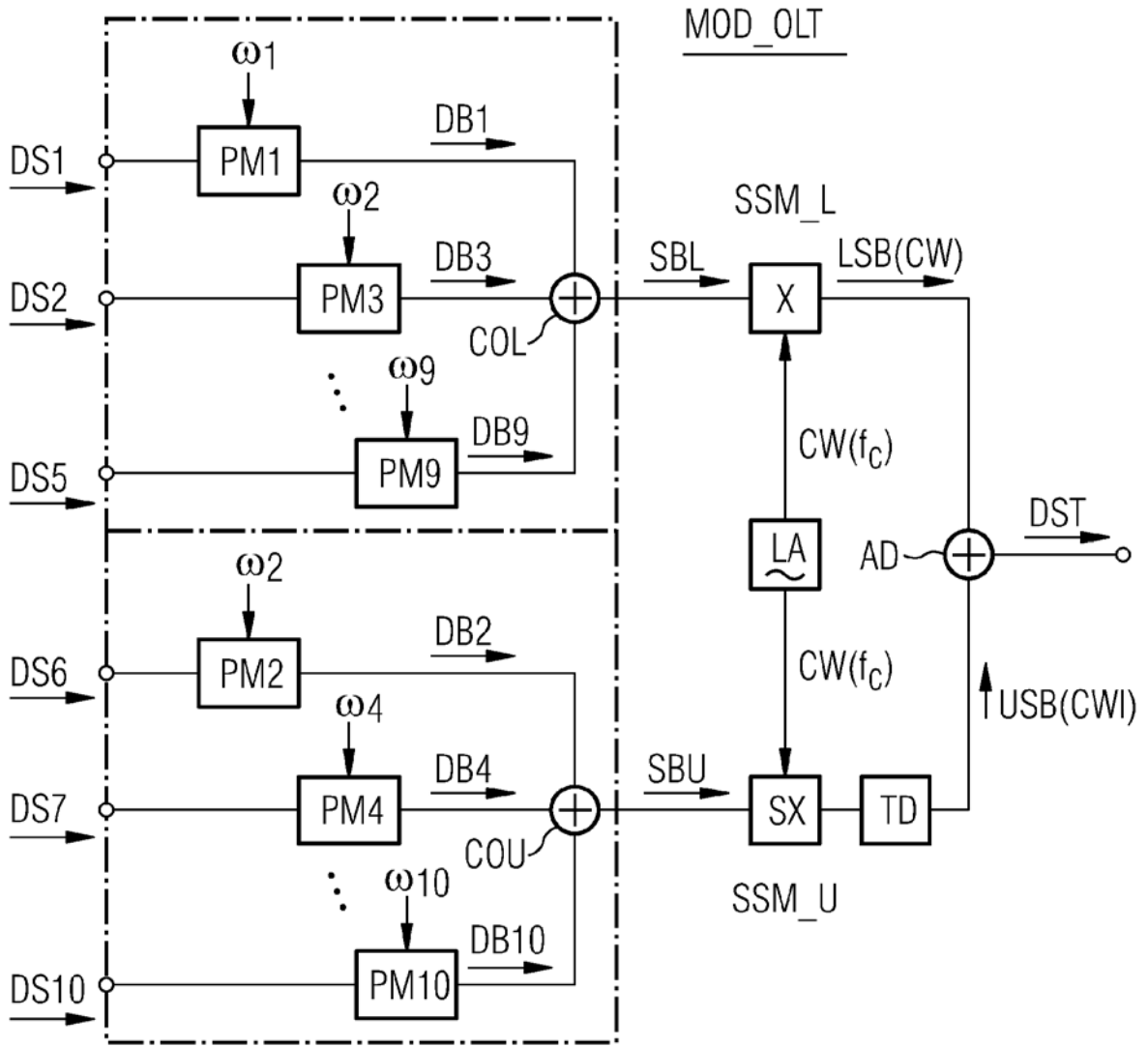


图 2

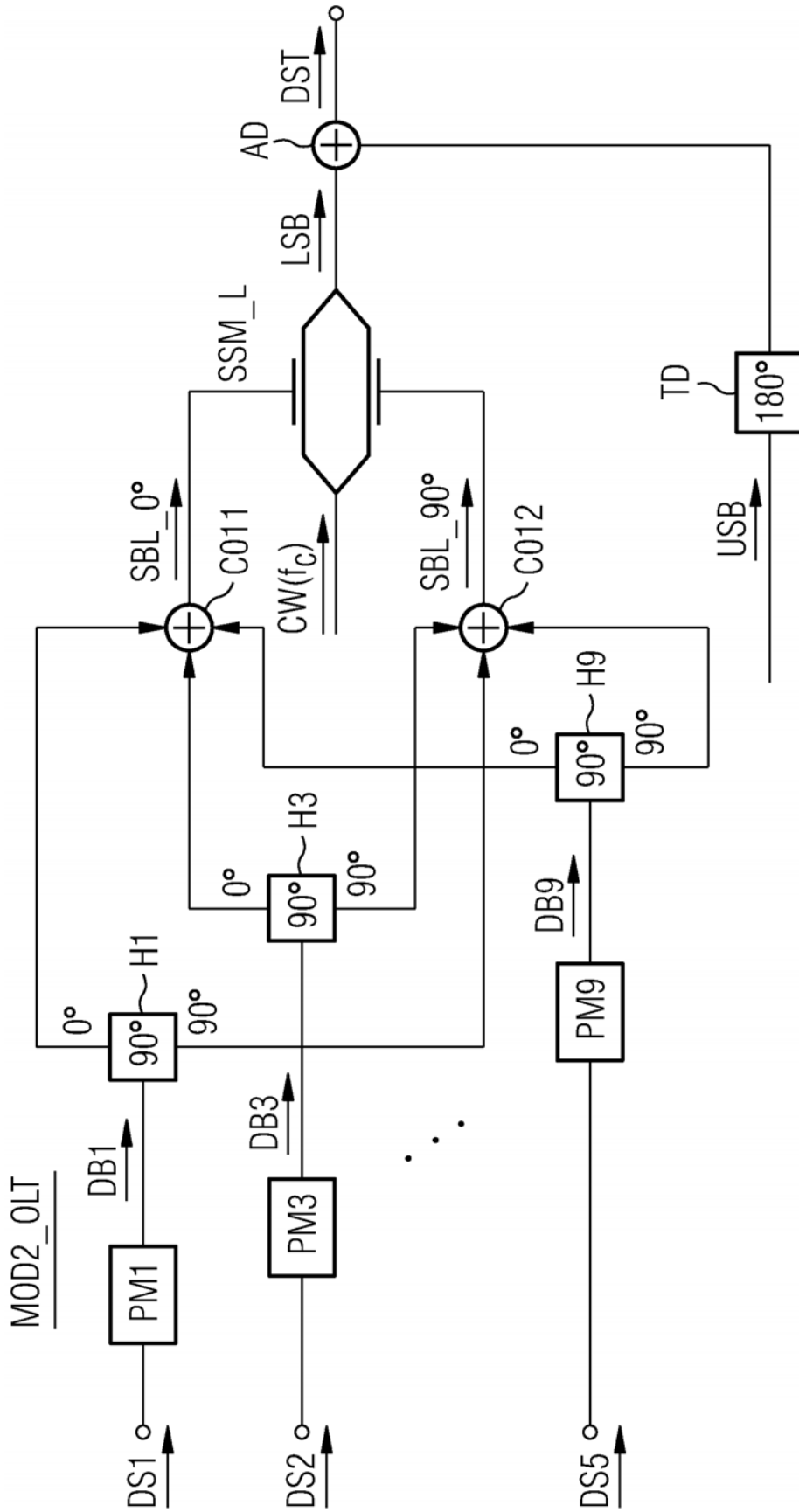


图 3

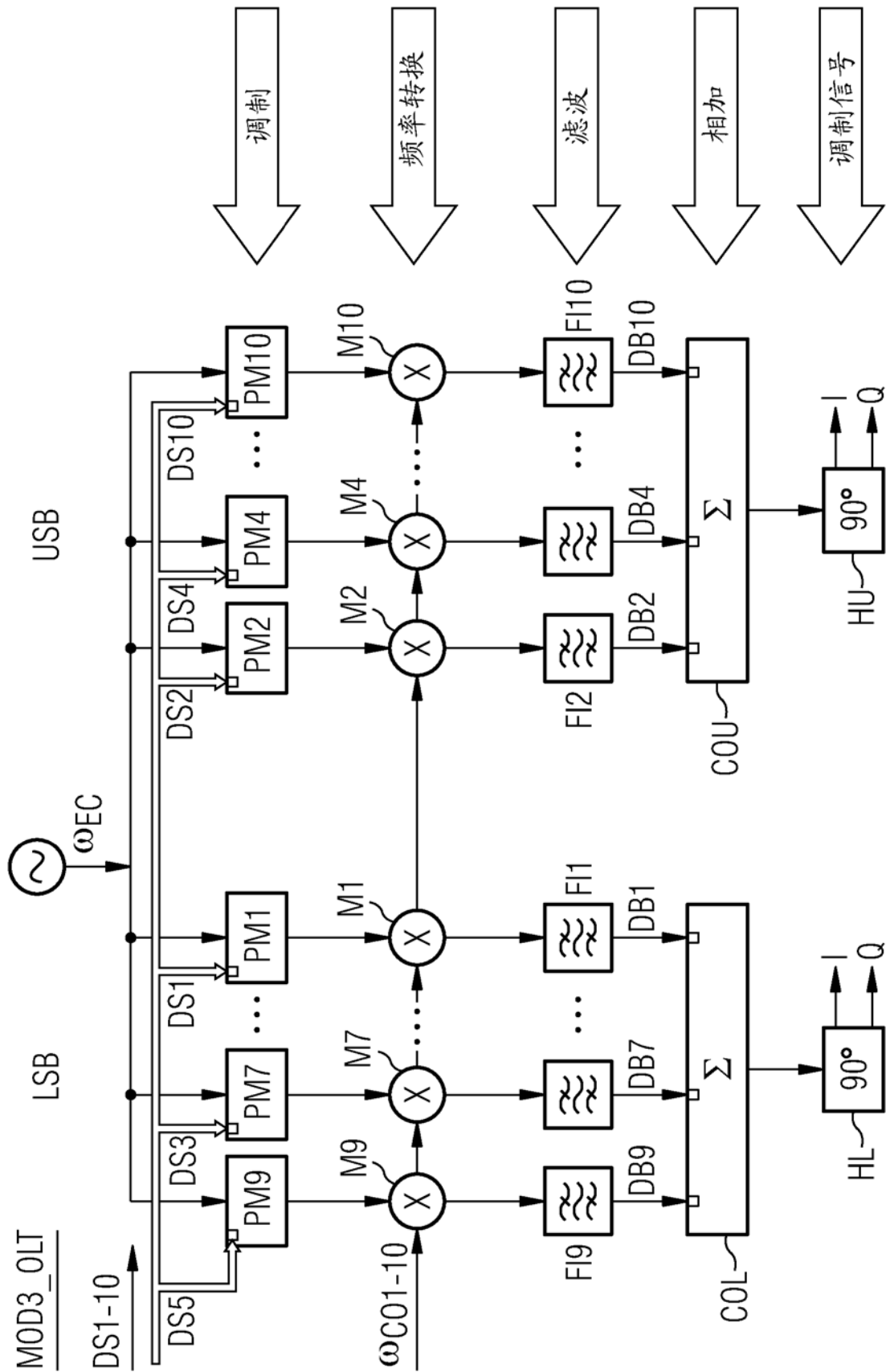


图 4

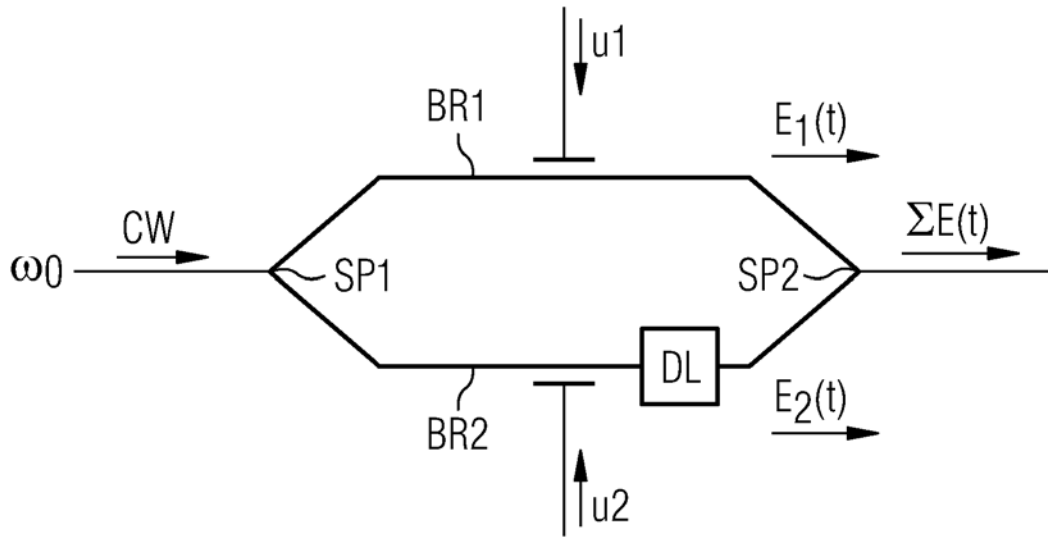


图 5

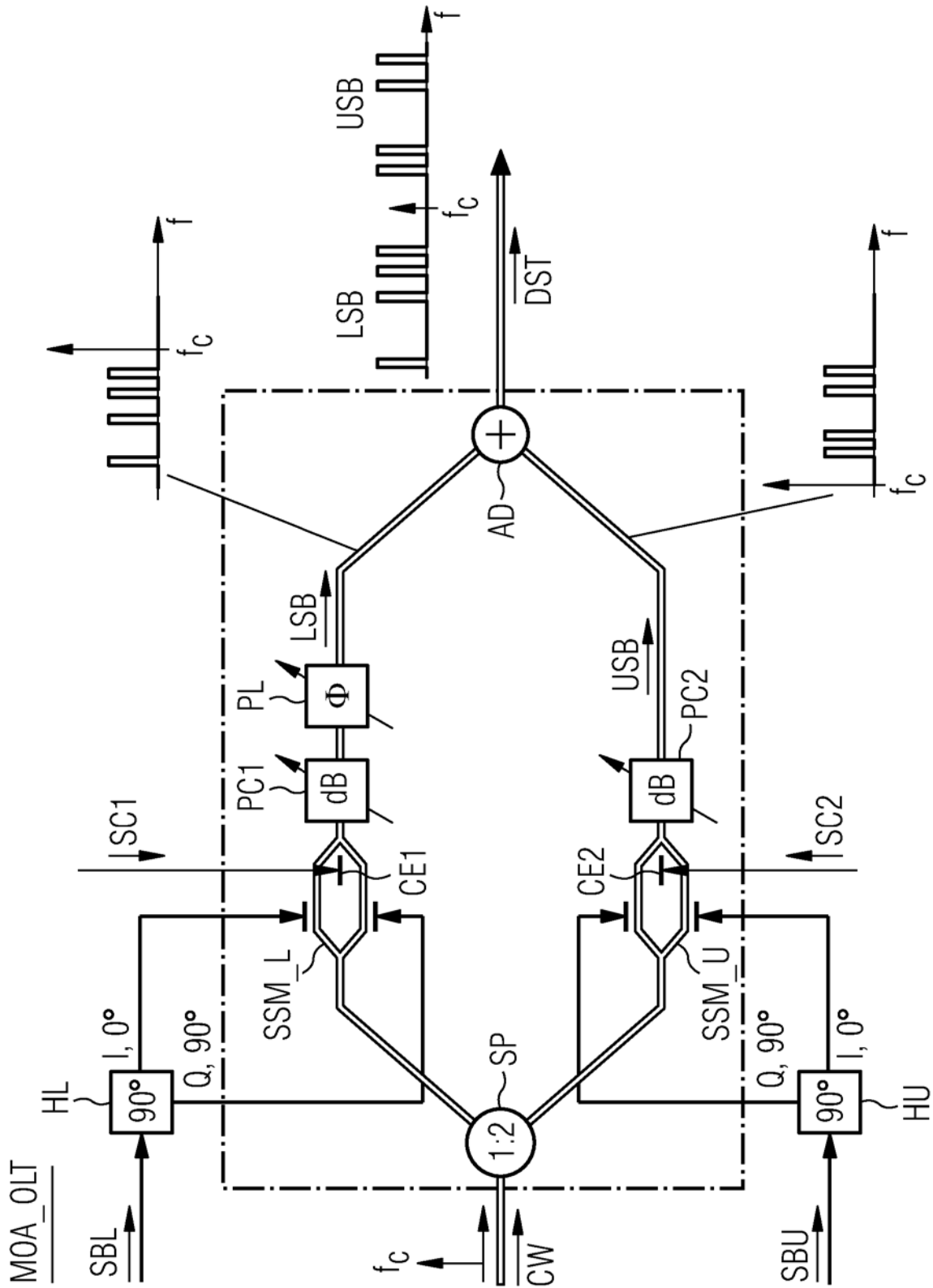


图 6

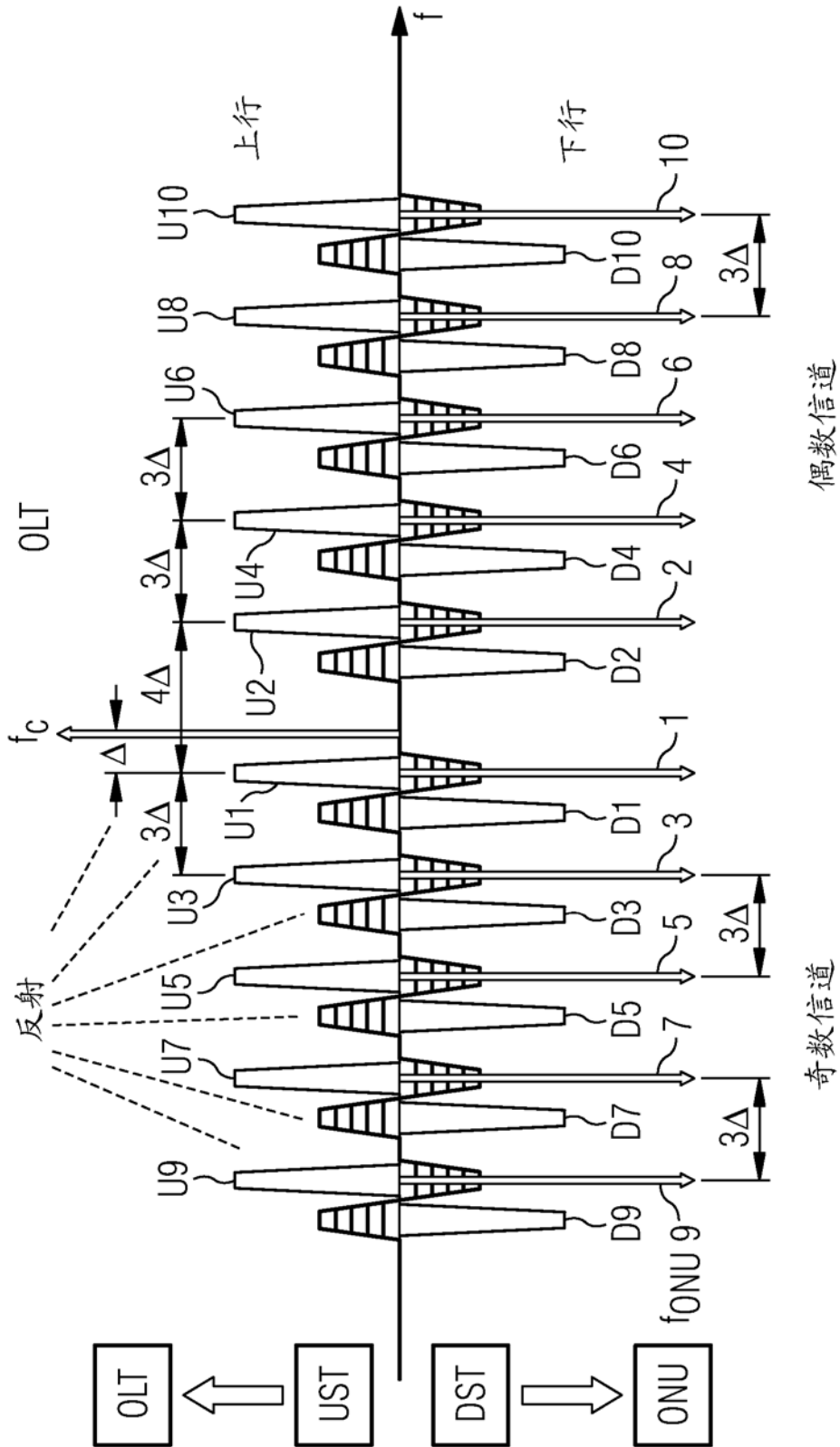


图 7

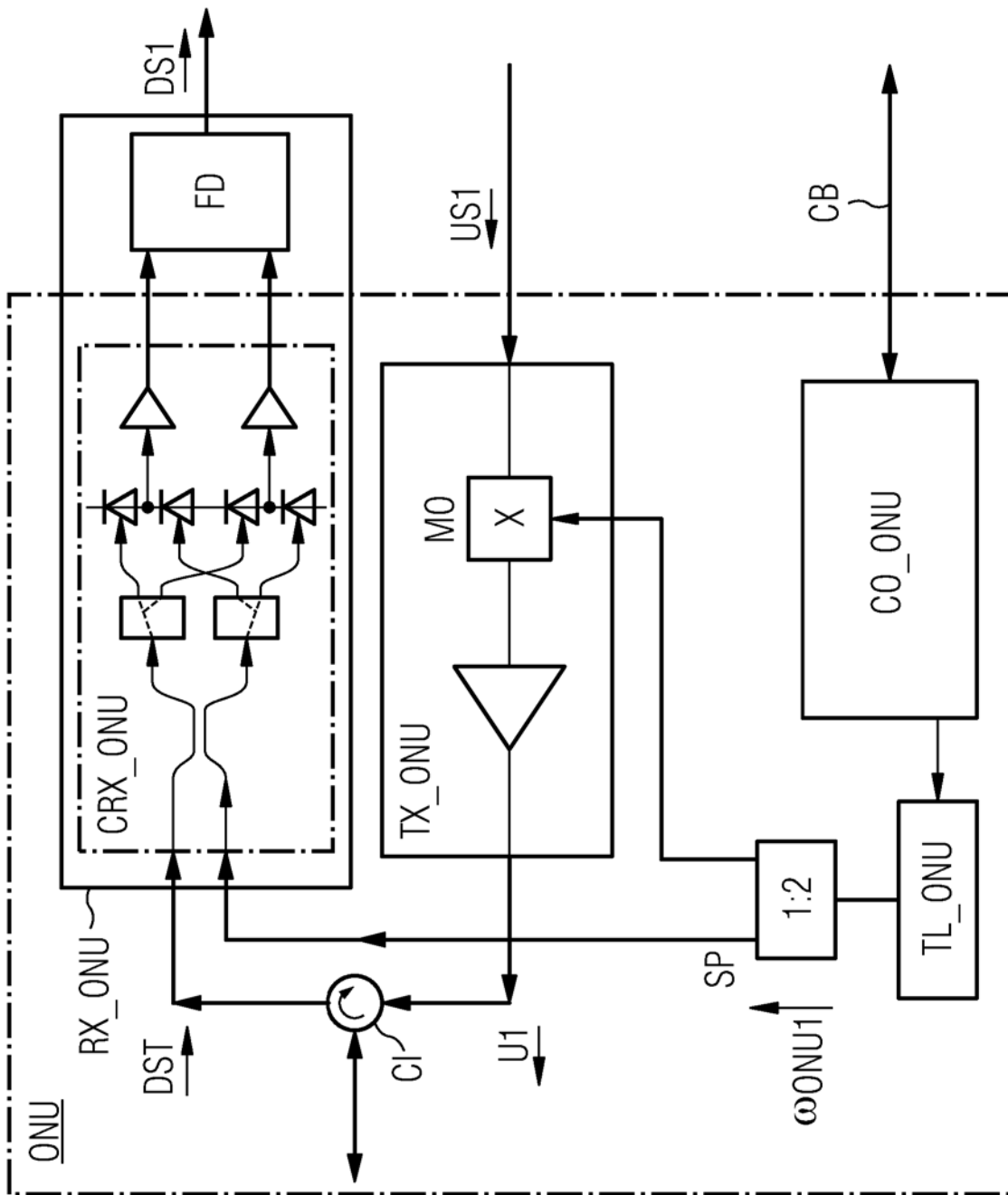


图 8

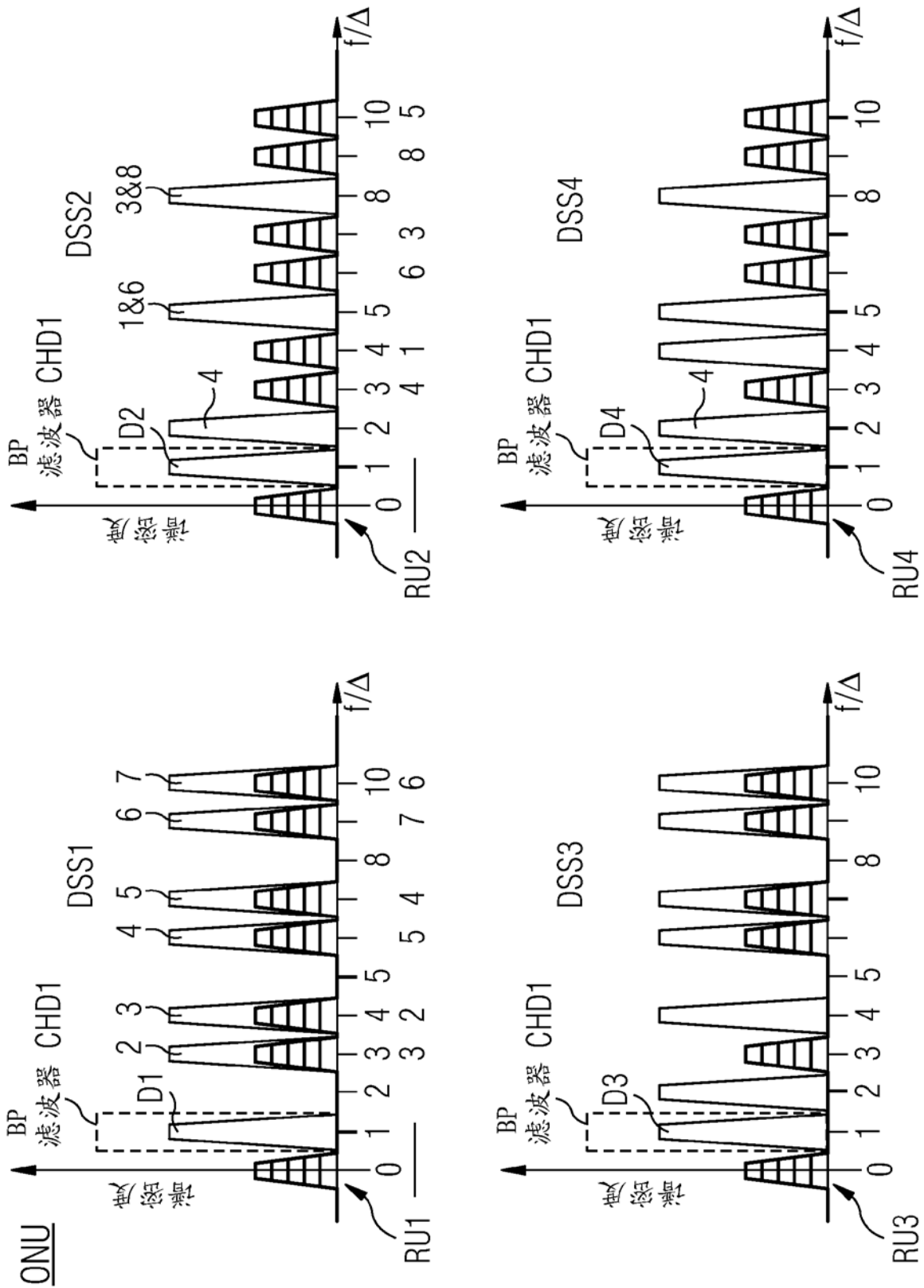


图 9

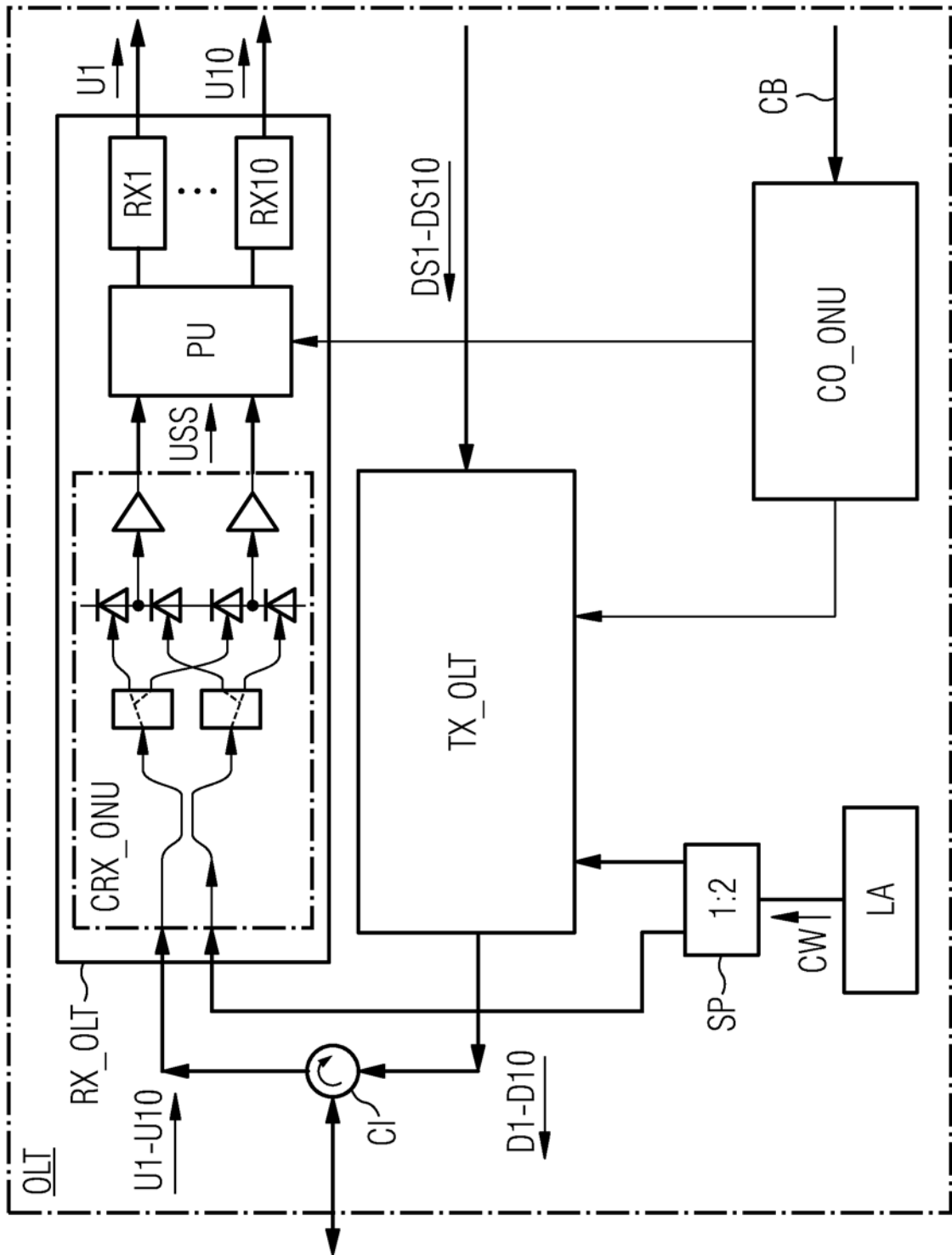


图 10

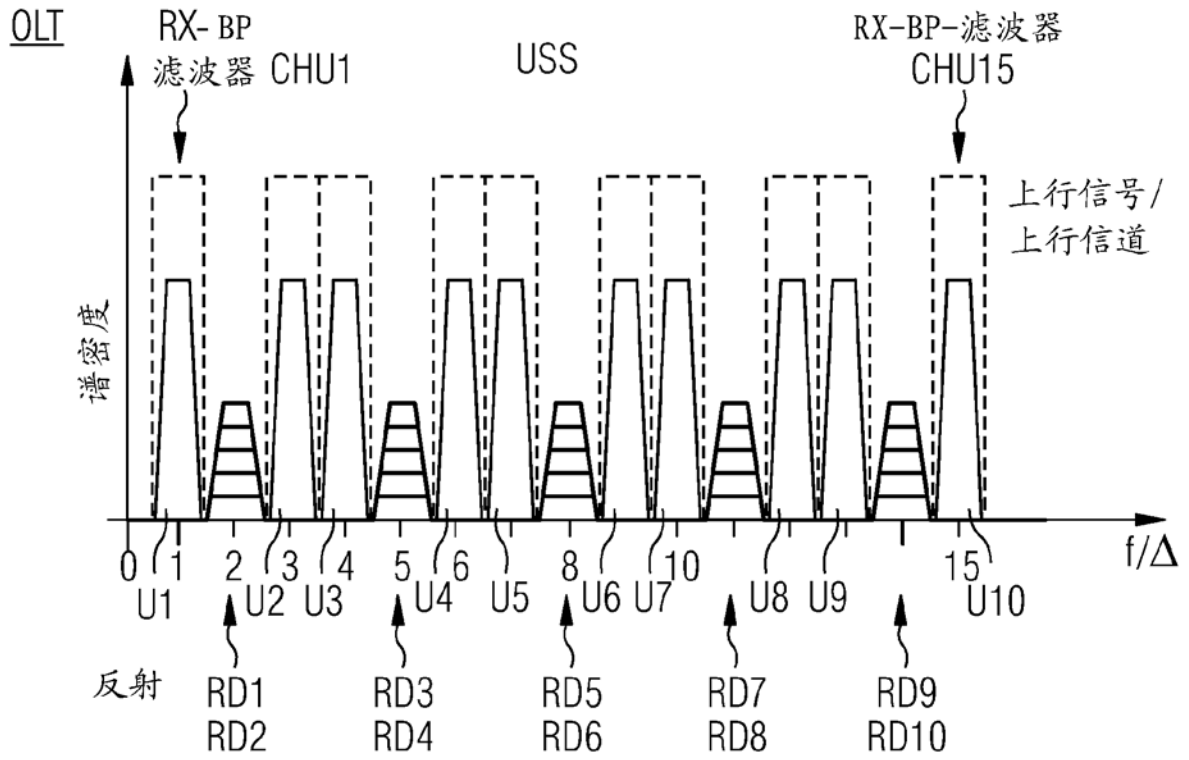


图 11

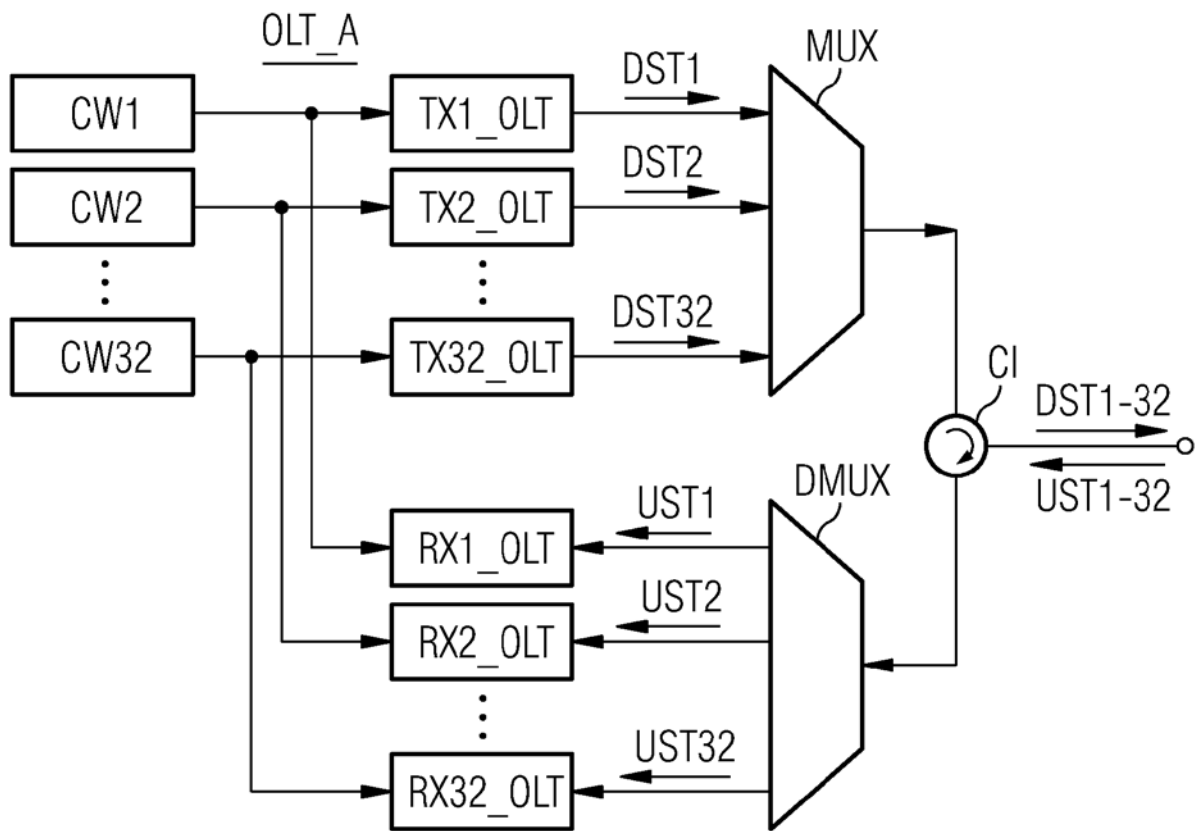


图 12